

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1958

N°
406

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

par

FORMAN Jacqueline, Madeleine, Marie-Louise

Née le 7 Mai 1927, à Neuilly-sur-Seine

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 29 MAI 1958

**RAPPORTS DES PHÉNOMÈNES
MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES
DE LA CONTRACTION CARDIAQUE**

(Leur étude par cathétérisme simultané droit et gauche)

Président : *Monsieur P. SOULIÉ, Professeur*



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551516_0055

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Nom du Candidat : F O R M A N

Prénom : Jacqueline

Date de soutenance : 29 Mai 1958

Numéro d'ordre :

F O R M A N (Jacqueline) —

Rapports des phénomènes mécaniques et électriques de la contraction cardiaque. (Leur étude par cathétérisme simultané droit et gauche).— Paris, 1958, in-8° 42 p., 6 fig.

(Thèse Médec. (Etat), Paris, 1958, N°)

F O R M A N (Jacqueline) —

Rapports des phénomènes mécaniques et électriques de la contraction cardiaque. (Leur étude par cathétérisme simultané droit et gauche).— Paris, 1958, in-8° 42 p., 6 fig.

(Thèse Médec. (Etat), Paris, 1958, N°)

F O R M A N (Jacqueline) —

Rapports des phénomènes mécaniques et électriques de la contraction cardiaque. (Leur étude par cathétérisme simultané droit et gauche).— Paris, 1958, in-8° 42 p., 6 fig.

(Thèse Médec. (Etat), Paris 1958, N°)

F O R M A N (Jacqueline) —

Rapports des phénomènes mécaniques et électriques de la contraction cardiaque. (Leur étude par cathétérisme simultané droit et gauche).— Paris, 1958, in-8° 42 p., 6 fig.

(Thèse Médec. (Etat), Paris, 1958, N°)

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1958

N°

T H È S E
POUR LE
DOCTORAT EN MÉDECINE
(Diplôme d'État)

par

FORMAN Jacqueline, Madeleine, Marie-Louise

Née le 7 Mai 1927, à Neuilly-sur-Seine

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 29 MAI 1958

RAPPORTS DES PHÉNOMÈNES
MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES
DE LA CONTRACTION CARDIAQUE

(Leur étude par cathétérisme simultané droit et gauche)

Président : *Monsieur P. SOULIÉ, Professeur*



PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Bénard (H.), Brocq (P.), Bulliard (H.), Cadenat (F.), Chabrol (Et.), Champy (C.), Chevallier (P.), Debré (R.), Donzelot (E.), Gastinel (P.), Guillaïn (G.), Halphen (E.), Harvier (P.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Laroche (G.), Laubry (Ch.), Lemaître (F.), Lévy-Solal (E.), Lhermitte (J.), Lian (C.), Loeper (M.), Marion (G.), Mathieu (P.), Mocquot (P.), Mondor (H.), Monod (R.), Mulon (P.), Olivier (E.), Richet (Ch.), Strohl (A.), Tanon, (L.), Velter (E.).

DOYEN Léon BINET.
Membre de l'Institut
 ASSESSEUR Jean VERNE.

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	CORDIER (G.)
Anatomie pathologique	DELARUE (A.)
Anesthésiologie	BAUMANN (J.)
Bactériologie	FASQUELLE (R.)
Biochimie médicale	JAYLE (M. F.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports	CHAILLEY-BERT (P.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
Cancérologie médicale et sociale	BERNARD (J.)
Clinique carcinologique	REDON (H.)
Clinique de cardiologie	MOUQUIN (M.)
	SICARD (A.)
Cliniques chirurgicales	QUÉNU (J.)
	MÉNÉGAUX (G.)
	MOULONGUET (P.)
Clinique chirurgicale réparatrice et orthopédique	MERLE D'AUBIGNÉ (R.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire	de GAUDART-D'ALLAINES (F.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédie	FÈVRE (M.)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire	MATHEY (J.)
Clinique génétique médicale	LAMY (M.)
Clinique gynécologique	FUNCK-BRENTANO (P.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	DEGOS (R.)
Clinique des maladies des enfants	CATHALA (J.)
Clinique des maladies infectieuses	MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale	DELAY (J.)
Clinique des maladies métaboliques	HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies du sang	MARCHAL (G.)
Clinique des maladies du système nerveux	ALAJOUANINE (T.)
	JUSTIN-BESANÇON (L.)
Cliniques médicales	DE GENNES (L.)
	MOREAU (R.)
	BARIÉTY (M.)
	DEBRAY (G.)
Clinique médicale d'hydro-climatologie thérapeutique	PASTEUR VALLERY-RADOT (L.)
Clinique médicale propédeutique	BOULIN (R.)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition	PETIT-DUTAILLIS (D.)
Clinique de neuro-chirurgie	LACOMME (M.)
	VARANGOT (J.)
Cliniques obstétricales	LANTUEJOUL (P.)
	RENARD (G.)
Clinique ophtalmologique	AUBIN (A.)
Clinique oto-rhino-laryngologique	MARIE (J.)
Clinique de pédiatrie Sociale	BERNARD (E.)
Clinique de pneumo-physiologie	MICHAX (L.)
Clinique psychiatrique infantile	LELONG (M.)
Clinique de puériculture	COSTE (F.)
Clinique rhumatologique médicale et sociale	DECHAUME (M.)
Clinique stomatologique	SÈNÈQUE (J.)
Clinique thérapeutique chirurgicale	LEMAIRE (A.)
Clinique thérapeutique médicale	FEY (B.)
Clinique urologique	DJOURNO (A.)
Electrophysiologie médicale (chaire à titre personnel)	GIROUD (A.)
Embryologie	SOULIÉ (P.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie	VERNE (J.)
Histologie	TURPIN (R.)
Hygiène et clinique de la première enfance	JOANNON (O.)
Hygiène et médecine préventive	

Médecine légale	
Médecine du Travail	
Parasitologie	
Pathologie chirurgicale	
Pathologie exotique	
Pathologie expérimentale et comparée	
Pathologie humorale et immunologie expérimentale	(chaire à titre personnel)
Pathologie médicale	
Pathologie et thérapeutique générales	
Pharmacologie et matière médicale	
Physiologie	
Physique médicale	
Radiologie médicale	
Technique chirurgicale	
Thérapeutique	

MM.
PIÉDELIEVRE (R.)
DESOILLE (H.)
GALLIARD (H.)
COUVELAIRE (R.)
LAVIER (G.)
LENÈGRE (J.)
MERKLEN (F.)
DECOURT (J.)
GARCIN (J.)
CHEYMOL (J.)
BINET (L.)
DOGNON (A.)
DESGREZ (H.)
PATEL (J.)
BROUET (G.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE, PROFESSEURS AGRÉGÉS ET MAÎTRES DE CONFÉRENCES - AGRÉGÉS

	MM.
Anatomie	DELMAS (A.), pr. s. ch. CABROL (G.) DEBEYRE (J.) OLIVIER (G.) GAUTHIER-VILLARS (Mlle P.) pr. s. ch. BUSSER (F.) GOUYGOU (Ch.)
Anatomie pathologique	N... N...
Anesthésiologie	HAUDUROY (P.), pr. s. ch. (dét.) NÉVOT (A.), pr. s. ch. CHRISTOL (D.) TOURNIER (P.) BARBIER (P.)
Bactériologie	ETTORI (J.), pr. s. ch. (dét.) DESGREZ (P.), pr. s. ch. POLONOVSKI (J.) SCHAPIRA (G.)
Bi chimie médicale	BOURLIÈRE F.
Biologie médicale	N... N...
Carcinologie	DUPERRAT (B.)
Dermato-Syphiligraphie	N...
Electro-Radiologie	TUCHMAN V. DUPLESSIS (H.)
Embryologie	N... N...
Hématologie	COUJARD (J.), pr. s. ch. N... N...
Histologie	CORNET (A.)
Hydrologie	BOYER (J.), pr. s. ch. DEPARIS (A.), pr. s. ch.
Hygiène	BASTIN (R.)
Maladies infectieuses	DEROBERT (L.), pr. s. ch. GAULTIER (M.) HADENGUE (A.)
Médecine légale	ALBAHARY (G.) DAVID (M.)
Médecine du travail	LHERMITTE (F.)
Neuro-chirurgie	GRASSET (J.) LE LORIER (G.) LEPAGE (F.) MERGER (R.) MORIN (P.) RAVINA (J.) ROBEY (M.)
Neurologie	BRÉGEAT (P.) DESIGNES (P.)
Obstétrique	JUDET (R.) AUBRY (M.) MADURO (R.)
Ophtalmologie	BRUMPT (L.C.), pr. s. ch. CHABAUD (A.)
Orthopédie	RUDLEP (J.), pr. s. ch. (dét.) ABOULKER (P.)
Oto-rhino-laryngologie	
Parasitologie	
Pathologie chirurgicale	

	MM.
Pathologie chirurgicale	BARCAT (J.) CAUCHOIX (J.) DUBOST (C.) FAUREL (J.) FLABEAU (F.) GERMAIN (A.) GOSSET (J.) LAURENCE (G.) LORTAT-JACOB (J.) OLIVIER (Cl.) POILLEUX (F.) THOMERET (G.) VERNE (J. M.) N... N...
Pathologie expérimentale	LÖPER (J.) MAURICE (P.) HAGUENAU (J.), pr. s. ch. BOUDIN (G.) BOUVIER (J.B.) BRICAIRE (H.) BRISAUD (H.) CASTAIGNE (P.) CONTE (M.) DEROT (M.) DOMART (A.) LAMOTTE (M.) LAROUCHE (C.P.) MACREZ (Cl.) MILLIEZ (P.) PÉQUIGNOT (H.) RAMBERT (F.) ROYER (P.) THIEFFRY (St.) TURIAF (J.) WOLFROMM (R.) N... N...
Pathologie médicale	JOSEPH (R.) MOZZICONACCI (P.) POLONOVSKY (Cl.) LEVY (Mlle J.), pr. s. ch. N...
Pédiatrie	BARJETAUX (D.), pr. s. ch. PARROT (J.), pr. s. ch. DEJOURS (P.)
Pharmacologie	GOUGEROT (L.) N...
Physiologie	KREIS (B.) PICHOT (P.) N...
Physique médicale	DELBARRE (F.) CERNÉA (P.) CHAPUT (Mme A.) CHASSAGNE (P.) PERRAULT (M.) KUSS (R.)
Pneumo-Phthisiologie	
Psychiatrie	
Psychiatrie infantile	
Rhumatologie	
Stomatologie	
Thérapeutique	
Urologie	

III. — PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent.

	MM.		MM.
Clinique chirurgicale	{	AMELINE (A.)	Clinique neurologique. . . DE SÈZE (S.)
		HUGUIER (J.)	Clinique obstétricale . . . MAYER (M.)
		LÉGER (L.)	Clinique ophtalmologique . OFFRET (G.)
		PADOVANI (P.)	Clinique pédiatrique. . . LAPLANE (R.)
		ROUX (M.)	Clinique psychiatrique. . . BARUK (H.)
Clinique médicale.	{	DREYFUS (Gilbert)	
		KOURILSKY (R.)	

Secrétaire général de la Faculté. M. MOREL (J.)
Secrétaire Mlle CHAINTREUIL (G.)

Conservateur, chargé de la direction	M. le Docteur HAHN (A.)
Conservateurs	Miles DUMAITRE (P.), GOICHON (A-M.)
Bibliothécaires	Mme CONTET (J.), Miles LAURENT (H.), LE NOIR (G.), QUIÉVREUX (E.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

A MA FAMILLE

A MON MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE

Monsieur le Professeur P. SOULIE

Chevalier de la Légion d'Honneur

Médecin de l'Hôpital Lariboisière

qui m'inculqua les éléments d'une saine séméiologie et dont l'enseignement est un constant et bienfaisant rappel au culte salutaire du bon sens.

Il m'a toujours soutenue de sa bienveillante sollicitude. Je le prie de bien vouloir accepter l'expression de ma profonde reconnaissance et l'assurance de mon respectueux attachement.

A Monsieur le DOCTEUR F. JOLY

Ancien Chef de Clinique à la Faculté

qui dirigea mes premiers ébats dans l'art
du cathétérisme et assura mon éducation
hémodynamique.

Je le prie d'accepter tous mes remer-
ciements et de croire à ma vive gratitude.

A Monsieur le DOCTEUR J. CARLOTTI

Assistant des Hôpitaux de Paris

que je remercie vivement du secours que
m'ont toujours apporté ses connaissances
physiologiques. Ce travail, qu'il a dirigé
et pour lequel il a bien voulu m'accorder
largement son aide, en est une preuve.

Je lui exprime ma très grande recon-
naissance.

A Monsieur le DOCTEUR R. TRICOT

Médecin des Hôpitaux de Paris

à qui je dois mon orientation cardiolo-
gique. Je le prie de croire à ma très
vive gratitude.

A Messieurs les DOCTEURS DU CENTRE DE CARDIOLOGIE
de l'HOPITAL LARIBOISIERE

M. le Professeur Agrégé Y. BOUVRAIN
Médecin des Hôpitaux

M. le Docteur J. DI MATTEO
Médecin des Hôpitaux

M. le Docteur P. CHICHE
Assistant des Hôpitaux

M. le Docteur P. VERNANT
Assistant des Hôpitaux

M. le Professeur J. MATHEY
Chirurgien des Hôpitaux

M. le Docteur M. SERVELLE
Chirurgien de l'Hôpital St Michel

MM. les Docteurs M. CARAMANIAN
P. CORONE
M. DEGEORGES
L. DEGLAUDE

Assistants du Service du Pr SOULIE

A MES COLLEGUES DES LABORATOIRES d'INVESTIGATION
CARDIO-VASCULAIRE.

I N T R O D U C T I O N

L'étude des rapports des phénomènes mécaniques et électriques de la contraction cardiaque est possible actuellement grâce au cathétérisme combiné et simultané des coeurs droit et gauche.

Si, depuis 1940, l'hémodynamique de la petite circulation (pressions, débits, résistances) chez l'homme normal et dans la quasi-totalité des variétés de cardiopathie, congénitales et acquises, a pu être précisée par le cathétérisme des "cavités droites", c'est récemment que le côté gauche du coeur a été abordé.

L'innocuité relative et la nécessité de telles explorations, les progrès aussi de la technique proprement dite (appareillage d'enregistrement) ont permis de mettre au point des investigations combinées et simultanées des deux circulations.

Ces conditions nous ont apporté la possibilité de comparer, en prenant l'électrocardiogramme comme référence, les accidents mécaniques au niveau des différents étages des deux systèmes droit et gauche, et ceci, pour la première fois, à thorax fermé.

*

*

*

HISTORIQUE

"C'est la pulsation du coeur qui est responsable de la transmission du sang ... c'est la contraction du coeur qui lance le sang dans les artères et en assure la répartition dans l'organisme. Le sang accomplit un véritable mouvement circulaire". Ainsi s'exprime William HARVEY dans son livre publié en 1628 : "Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus" (16).

A la différence de ses prédécesseurs, qui n'avaient fait qu'entrevoir le principe de la circulation, il appuie ses affirmations sur des constatations rigoureuses, s'imposant ainsi comme initiateur de la méthode expérimentale. Aussi Charles LAUBRY, faisant cette mise au point dans l'aperçu historique qui précède sa traduction du texte latin d'HARVEY, écrit-il: "s'il est vrai qu'une découverte appartient à celui qui l'impose, nul autre que HARVEY ne peut revendiquer celle de la circulation sanguine".

Ce nouveau terrain d'étude devait naturellement susciter la recherche de méthodes d'investigation susceptibles de le défricher.

Il faut attendre deux siècles pour que les moyens mécaniques d'exploration soient mis en oeuvre sous la forme du sphygmographe et du cardiographe à ressort de MAREY en 1860 (22), puis des sondes cardiographiques de CHAUVEAU en 1863. Une description morphologique des tracés enregistrés est définie par ces auteurs; elle est reprise plus tard et complétée par MACKENSIE (21).

Dès cette époque, le problème de l'asynchronisme cardiaque est abordé de très près; CHAUVEAU avait constaté la dissociation fonctionnelle des oreillettes, chez le cheval. DOYON (24) précise, d'après CHAUVEAU, qu' "à l'état physiologique, chez le cheval, l'oreillette droite commence sa systole sensiblement avant l'oreillette gauche". Quant à ARLOING (1), dans certains cas, le cardiographe lui montre, en 1894, "qu'assez souvent le début de la contraction du

ventricule gauche est légèrement en avance sur celle du ventricule droit". (*)

Puis viennent les travaux de FREDERICQ (14) qui, à partir de 1901, sur le coeur isolé du chien, montre le début manifeste de la systole auriculaire dans l'oreillette droite, avec propagation secondaire à l'oreillette gauche. Il devait, plus tard, avec SCHMIDT-NIELSEN (27) confirmer ces premiers résultats, sur coeur "in situ".

STASSEN (35) reprend, en 1907, ces expériences et étend son étude au "prétendu synchronisme du travail des deux ventricules". Il constate qu'une pulsation cardiaque normale se décompose comme suit :

- 1°/ Contraction ou systole de l'oreillette droite.
- 2°/ Contraction ou systole de l'oreillette gauche (0"02 à 0"03 après le début de la systole de l'oreillette droite).
- 3°/ Un intervalle de 0"08 à 0"10, pendant lequel l'onde de contraction traverse le faisceau de His.
- 4°/ Contraction ou systole du ventricule gauche.
- 5°/ Contraction ou systole du ventricule droit (0"03 à 0"04 après le début de la systole du ventricule gauche).

En Amérique du Nord, le problème attire également l'attention. En 1916, BACHMANN (2), à l'aide de tambours connectés à la pointe des auricules, par la méthode de la suspension, donne le chiffre de 0,013 seconde comme différence moyenne entre les contractions auriculaires droite et gauche.

KATZ en 1925 (17), modifie les conditions d'enregistrement. Il étudie les pressions intra-ventriculaires, à l'aide d'un manomètre optique, sur le chien anesthésié. Ses résultats sont variables; il trouve cependant que la rapidité moyenne d'éjection ventriculaire doit être plus lente du côté droit.

Il faut attendre environ dix ans encore, et l'usage pratique de l'électrocardiographie, pour que soit abordée,

(*) Ces citations se trouvent dans un article publié par STASSEN en 1907 (35)

chez l'homme cette fois, l'étude de l'asynchronisme cardiaque, en particulier dans les blocs de branche. Les auteurs ont recourus à des méthodes indirectes, radiokymographiques et, plus récemment, électrokymographiques, méthodes assez imprécises pour l'étude de tels phénomènes (10, 15, 18, 26, 37).

Dans l'intervalle, cependant, W.FORSSMANN, dès 1929 (13), avait montré sur lui-même l'innocuité de l'introduction, par voie veineuse, d'une sonde atteignant les cavités cardiaques droites. En 1941, COURNAND (8) vulgarise le procédé et aboutit à la réalisation du cathétérisme des cavités droites, tel que nous le réalisons actuellement. Ses premières applications, en France, après 1944, sont dues à LENEGRÉ, à SOULIÉ et à leurs élèves (19- 29 - 30 - 31).

Dès lors, et presque parallèlement, se sont développées les qualités de fidélité et de précision des appareils d'enregistrement des pressions, tandis que de rapides progrès faisaient prendre tout son essor à la chirurgie intra-thoracique.

Cette évolution a permis l'éclosion de nombreux travaux physiopathologiques. C'est ainsi que l'étude du rapport entre l'activité électrique et mécanique auriculaire droite a pu être abordée en 1947 (7).

Cette même étude, effectuée simultanément sur les coeurs droit et gauche, n'a pu être menée, par contre jusqu'à maintenant, que lors d'interventions intra-thoraciques (5), avec toutes les perturbations que déterminent l'ouverture du thorax et l'anesthésie.

L'avantage de pouvoir effectuer cette double exploration simultanée à thorax fermé nous a été acquis par l'application des techniques de cathétérisme des cavités gauches du coeur (33).

Ce sont les modalités et les résultats de cette exploration, concernant les rapports des phénomènes mécaniques et électriques de la contraction cardiaque qui vont maintenant être exposés.

*

*

*

TECHNIQUES d'INVESTIGATION

Essentiellement comparative, l'étude poursuivie est dominée par la nécessité d'enregistrements simultanés des courbes de pression cavitaires et vasculaires droites et gauches.

Trois groupes différents d'enregistrement de courbes simultanées doivent être obtenus :

- 1°/ Courbes correspondant aux différents étages du coeur droit;
- 2°/ Courbes correspondant aux différents étages du coeur gauche;
- 3°/ Courbes correspondant à des niveaux identiques et symétriques des coeurs droit et gauche.

Ainsi sont donc indispensables les enregistrements simultanés des courbes :

- de l'oreillette droite et de l'oreillette gauche;
- du ventricule droit et du ventricule gauche;
- de l'artère pulmonaire et de l'aorte;
- du capillaire pulmonaire et de l'oreillette gauche.

On ne saurait trop insister de plus sur l'utilité des enregistrements multiples, par exemple de l'oreillette, du ventricule et du vaisseau efférent, tant du côté droit que du côté gauche.

L'intérêt, d'autre part, d'enregistrements non seulement multiples mais croisés, ne doit pas être méconnu: ventricule droit, artère pulmonaire, aorte; ventricule gauche, ventricule droit, artère pulmonaire; ventricule gauche, ventricule droit, oreillette droite, etc ... pour n'en citer que quelques exemples.

On conçoit alors combien précieuse serait la possibilité de réaliser l'enregistrement simultané de quatre

courbes, auriculaires, ventriculaires ou vasculaires.

Nous avons disposé pour cette étude de la faculté d'inscrire simultanément trois courbes de pression en plus de l'électrocardiogramme (fig. 1).

I.- ENREGISTREMENT SIMULTANÉ DES COURBES DES DIFFÉRENTS ETAGES DU COEUR DROIT.

Si le classique cathétérisme par voie veineuse est devenu une investigation de routine, relativement simple dans son déroulement, le fait de chercher à recueillir simultanément deux, voire trois, courbes de pression en complique singulièrement la technique.

Faire appel aux sondes à double lumière semblerait la solution la plus simple. Elle n'est pas cependant sans inconvénients. D'une part, chacune des deux sondes comprise dans la gaine commune est de calibre réduit. D'autre part, l'orientation différente des deux orifices a été critiquée. Mais surtout, une telle sonde dont les deux orifices sont à une distance déterminée, est loin de pouvoir permettre toutes les variétés d'enregistrements simultanés désirables.

C'est donc à l'utilisation de deux sondes distinctes qu'il faut avoir recours, pour garder toute liberté d'action quant au choix des zones explorées. Elles sont introduites par la même veine ou par deux veines différentes de la région humérale par exemple. Cette technique est seule à permettre, en dehors de l'abord direct des cavités gauches, l'enregistrement simultané des courbes cavitaires droites et gauches dans les déhiscences septales, par passage d'une des sondes par l'orifice de communication (fig. 2).

II.- ENREGISTREMENT SIMULTANÉ DES COURBES RECUEILLIES AUX DIFFÉRENTS ETAGES DU COEUR GAUCHE.

Deux voies d'abord sont ici nécessaires : celle des cavités cardiaques gauches et celle de l'aorte à son origine.

A.- L'abord des cavités gauches.

Selon la technique que nous avons adoptée et qui fournit les explorations les plus complètes, c'est l'oreillette gauche qui sert de point de pénétration dans le coeur.



Figure 1.-

Inscription simultanée de trois courbes de pression (oreillette gauche, ventricule gauche, aorte puis artère fémorale) et du tracé électrocardiographique.

Les cavités gauches ont été abordées par voie transbronchique.

Il s'agit d'un rétrécissement mitral, comme le montre la différence de pression diastolique entre l'oreillette et le ventricule gauches.

Les courbes ventriculaire gauche et aortique sont superposées lors de la phase d'éjection ventriculaire. La courbe de pression artérielle fémorale est retardée par rapport à la courbe d'éjection ventriculaire.

La pression systolique fémorale est supérieure de 15 mm Hg environ au taux de pression systolique du ventricule gauche, fait habituel dans un système artériel périphérique normal.

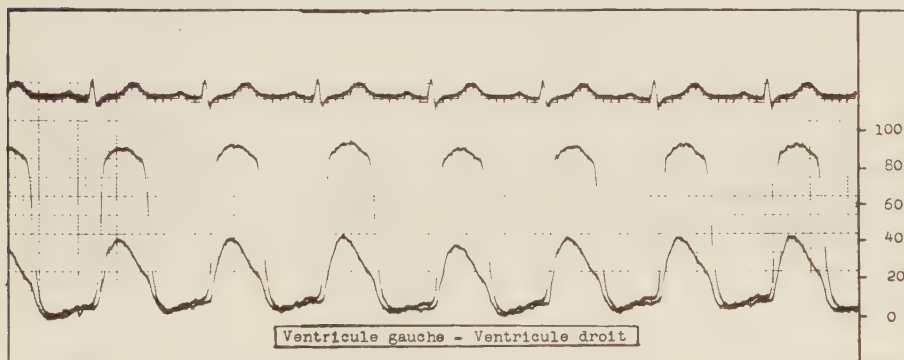


Figure 2.-

Enregistrement simultané des courbes de pression ventriculaires droite et gauche au cours d'une communication inter-auriculaire (vitesse 5 cm/seconde) (cas 6).

On constate que :

- Le début de la contraction isométrique du ventricule gauche précède celui de la contraction isométrique du ventricule droit de 0,02 seconde.
- La durée totale de la contraction ventriculaire est plus longue pour le ventricule gauche que pour le ventricule droit, la différence étant de 0,04 seconde.

Deux voies d'abord de l'oreillette gauche ont été utilisées de façon à peu près égale pour nos explorations, la voie transbronchique et la voie transpariétale.

1°) La voie transpariétale.

C'est la technique proposée d'abord par BJORK et ses collaborateurs en 1953 (3), puis modifiée par FISHER (12).

Elle utilise le repère radiologique d'une sonde placée dans l'artère pulmonaire droite. Le malade est alors installé en décubitus ventral et l'espace intercostal sous-jacent à l'artère pulmonaire droite, ainsi repérée avec précision, est choisi pour le lieu de la ponction. Celle-ci est faite à l'extrémité interne de cet espace intercostal à 4 centimètres à droite de la colonne vertébrale. Une aiguille de 17 centimètres de longueur est utilisée, son diamètre externe étant de 13/10 millimètre. Elle est dirigée obliquement de 30 degrés sur le plan médian et de 15 degrés sur le plan sagittal. Lorsque l'oreillette gauche est atteinte, après traversée, nettement perceptible, du sac péricardique, une sonde souple reliée à l'électromanomètre est passée à l'intérieur de l'aiguille et s'engage plus ou moins aisément dans le ventricule gauche (et parfois dans l'aorte), le contrôle scopique des courbes de pression précisant le cheminement de l'extrémité distale de la sonde.

La mise en place de deux aiguilles juxtaposées dans l'oreillette gauche, dont l'une livre passage à une sonde poussée dans le ventricule gauche, permet de recueillir simultanément les courbes de l'oreillette et du ventricule gauches.

2°) La voie transbronchique.

Imaginée et utilisée pour la première fois par J. FACQUET (11), elle nécessite la mise en place d'un bronchoscope dans la trachée. Après repérage de la caréna, la ponction est faite à 1 ou 2 cm. de celle-ci à l'origine de la bronche gauche.

En vue de permettre l'enregistrement simultané des courbes des cavités gauches, l'aiguille possède un embout latéral transmettant la pression auriculaire gauche recueillie à son extrémité, tandis que la sonde qui chemine à l'intérieur de l'aiguille, sans obturer sa lumière, transmet la pression du ventricule gauche ou de l'aorte, où elle est

poussée.

B.- L'abord de l'aorte ascendante.

Plusieurs méthodes ont été tentées, la plus satisfaisante nous paraissant être la voie artérielle fémorale rétrograde, par ponction transcutanée de l'artère fémorale à l'aide d'une canule de Gidlund. La montée d'une sonde souple de bon calibre guidée sur un mandrin métallique à extrémité souple introduit par la canule n'offre pas de grosses difficultés et l'aorte ascendante peut en général être atteinte, ou, à son défaut, la partie horizontale de la crosse.

III.- ENREGISTREMENT SIMULTANE DES COURBES CORRESPONDANT A DES ETAGES SYMETRIQUES DES COEURS DROIT ET GAUCHE.

La combinaison des diverses méthodes exposées aux deux chapitres précédents donne facilement, du moins en théorie, la solution de ce dernier problème. Dans la pratique, de nombreuses difficultés surgissent, tenant à la longueur ou aux désagréments inhérents à telle ou telle investigation. La nécessité de déterminer le débit cardiaque, au cours de toute exploration physio-pathologique complète, interdit l'usage de sédatifs trop puissants, et laisse au malade toute sa sensibilité et toutes ses possibilités réactionnelles.

Or, il s'agit d'explorations inévitablement longues, étant donné le soin qu'il faut apporter à la technique pour obtenir des résultats valables.

IV.- MATERIEL ET PRECAUTIONS TECHNIQUES.

Quelques points particuliers doivent être précisés.

a) Détermination du zéro manométrique

Les manomètres servant aux enregistrements simultanés sont placés au même niveau zéro, fixé, selon la règle universellement adoptée, à 7 centimètres au-dessous de l'angle de Louis, sur un sujet en décubitus dorsal.

b) Qualité des manomètres (*)

Ils sont réglés de façon absolument identique, ce qui exige des qualités de stabilité et de linéarité très strictes. Leur réponse en fréquence doit être très élevée.

c) Caractéristiques des sondes.

Dans les meilleures conditions de leur emploi, les cathéters utilisés introduisent sur les enregistrements un retard de 0,02 seconde. C'est ce qu'a montré à P. LAURENS la comparaison entre deux courbes simultanément recueillies dans une même cavité, l'une selon la technique habituelle, l'autre à l'aide du micromanomètre introduit in situ.

Un problème particulier est posé par les sondes en polythène utilisées pour le cathétérisme des cavités gauches. Devant passer facilement par la lumière de l'aiguille de ponction auriculaire, elles ont nécessairement un diamètre très réduit. Des conditions matérielles précises doivent donc être respectées, dans le but d'obtenir des courbes fidèles, tout en ~~sa~~uvelgardant la sécurité du malade. Pour écarter tout risque hémorragique, le diamètre extérieur de l'aiguille de ponction, à l'intérieur de laquelle chemine la sonde, ne doit pas excéder 15/10 millimètre. Cette condition rend difficile l'élimination des phénomènes d'amortissement dans la sonde. C'est dire l'attention qu'il faut apporter au choix de sa longueur, en fonction de son calibre d'un côté, de la distance des cavités à explorer de l'autre.

Dans le cas particulier de la voie d'abord trans-bronchique, un artifice a été nécessaire pour réduire le risque d'amortissement. En effet, la grande distance séparant l'oreillette gauche de l'arcade dentaire exige une très longue aiguille (de l'ordre de 45 centimètres de longueur). Aussi cette aiguille comprend-elle deux segments d'inégal calibre : seuls les six derniers centimètres de l'extrémité distale sont de diamètre réduit (15/10 millimètre). Le même artifice est employé dans la fabrication de la sonde souple de polythène destinée à passer à l'intérieur de l'aiguille (**).

(*) - Electromanomètres Allard-Laurens.

(**)- L'aiguille et les sondes sont la réalisation du Docteur P. LAURENS.

d) Manipulation.

Les enregistrements doivent être effectués selon une technique parfaite (élimination de toute bulle d'air; détection d'une obstruction, même partielle, de la sonde par un caillot), sous peine d'introduire des causes d'erreur dans les résultats et de recueillir des courbes artefactées.

Il faut veiller, en particulier, à obtenir un amortissement des courbes satisfaisant, spécialement difficile à réaliser lorsque les taux de pression sont normaux ou peu élevés. En effet, les secousses imprimées au cathéter, par les battements cardiaques et par les déplacements dus au courant sanguin, déterminent des accidents dont l'ampleur d'inscription vient à égaler celle des simples et réelles variations de pression, purement et directement liées à l'activité mécanique proprement dite du coeur. L'évidence de ces phénomènes apparaît à la lecture de courbes enregistrées simultanément à l'aide d'une sonde ordinaire d'une part, du micromanomètre de P. LAURENS d'autre part.

Enfin, le choix de la dérivation électrocardiographique enregistrée en même temps que les courbes de pression a également son importance pour la facilité du repérage des points de référence.

e) Appareillage d'inscription.

Il nous permet d'effectuer les enregistrements à diverses vitesses de déroulement :

2,5 centimètres/seconde, selon la vitesse standard,
5 centimètres/seconde, vitesse qui introduit une précision suffisante dans la détermination des points "stratégiques" des tracés, sans entraîner un étalement exagéré de ces derniers.

D'autre part, l'obtention de courbes simultanées correctes sur la bande de papier photographique, à l'aide de plusieurs oscillographes juxtaposés, nécessite l'absence de tout phénomène de distorsion. La conception de l'appareil inscripteur ayant servi à l'étude actuelle rend impossible l'apparition d'une telle perturbation.

*

*

*

DOCUMENTS

L'étude comparative des accidents mécaniques droit et gauche de la contraction cardiaque et des accidents mécaniques vasculaires qui les accompagnent a été faite sur trois groupes différents de malades. Les deux groupes principaux font l'objet des tableaux I et II (pages 22 et 26).

ETUDE DES COURBES VASCULAIRES.-

L'enregistrement simultané des courbes aortique et artérielle pulmonaire n'a été fait que dans un nombre de cas restreint (6 au total): les cas N° 2, 7, 18 et 21 du tableau II et chez deux autres malades atteints de rétrécissement mitral avec hypertension artérielle pulmonaire, non inclus dans ce groupe.

ETUDE DES COURBES AURICULAIRES.-

Seuls sont retenus les cas où les courbes auriculaires droite et gauche ont été enregistrées simultanément. Ces cas sont au nombre de 12 :

- 1 cas dépourvu de toute anomalie hémodynamique;
- 5 malades atteints de rétrécissement mitral, parmi lesquels se trouvent une arythmie complète et un bloc de branche droit complet;
- 6 cas de communication inter-auriculaire, l'un étant associé à une anomalie de retour veineux pulmonaire dans la veine cave supérieure.

Parmi les onze cas de rythme sinusal conservés pour l'étude (tableau I) sept cas (1, 2, 6, 7, 10, 11 et 21) font partie du groupe d'étude des courbes ventriculaires. On peut donc vérifier directement (enregistrements successifs) les rapports des activités mécaniques des oreillettes et des ventricules, à droite et à gauche.

D'autre part, des enregistrements simultanés des accidents auriculo-ventriculaires, à droite et à gauche, permettent d'objectiver avec certitude les relations de variations de pression (donc de modification de morphologie de la courbe enregistrée) existant entre les deux cavités.

ETUDE DES COURBES VENTRICULAIRES.-

Cette étude fait appel elle-même à deux lots différents de malades :

A.- / Le premier lot, où l'enregistrement simultané des courbes des deux ventricules permet la comparaison

- du début de la contraction isométrique
- de la durée totale des phénomènes actifs de la contraction et de la relaxation ventriculaires.

Cet enregistrement simultané des courbes ventriculaires droite et gauche a pu être fait chez 26 sujets.

Un cas de bloc complet de la branche gauche est adjoint à ce groupe, ayant fait l'objet d'un enregistrement non simultané des deux courbes ventriculaires en cours d'intervention (*)

Sur les 26 malades explorés par cathétérisme, 4 ont été éliminés: 3 correspondant à des sujets en arythmie complète,

1 par suite d'enregistrement techniquement défectueux.

Dans le détail, les 23 cas ainsi groupés pour cette étude comprennent 13 sujets du sexe féminin et 10 sujets du sexe masculin, leur âge étant compris entre 5 et 48 ans. Ces malades (Tableau II) répondent aux diagnostics suivants :

- Rétrécissement mitral : 7 cas (1 - 2 - 3 - 7 - 13 - 14 - 15)
- Insuffisance mitrale : 1 cas (4)
- Rétrécissement aortique isolé : 3 cas (5 - 16 - 17)
dont l'un opéré (5) a retrouvé un comportement hémodynamique absolument normal.

(*) Document dû à l'obligeance du ^Professeur MATHEY, que nous remercions d'avoir bien voulu nous le communiquer.

- Sténose mitrale et aortique : 2 cas (18 - 19)
- Communication inter-auriculaire : 6 cas (6 - 9 - 10 - 11 - 12 - 20);
dans le cas 10, est associé un retour veineux pulmonaire anormal dans la veine Cave supérieure.
- Canal auriculo-ventriculaire commun : 1 cas (21)
- Communication inter-ventriculaire avec forte hypertension pulmonaire : 1 cas (22); (fig. 3).
- Hypertension artérielle pulmonaire primitive : 1 cas (23).
- Myocardie : 1 cas (8).

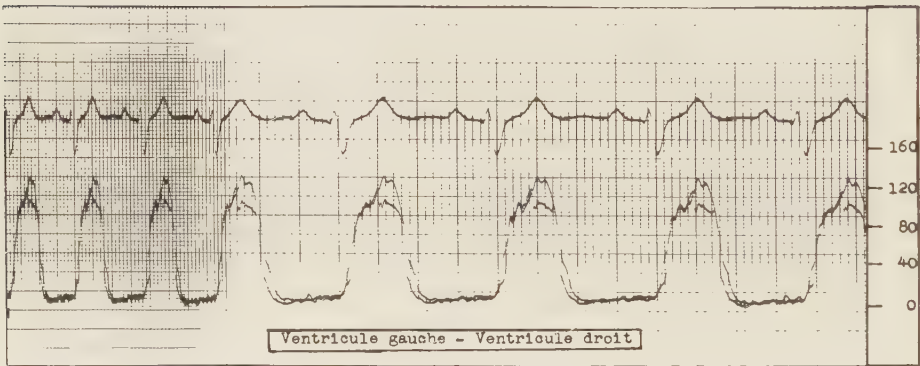


Figure 3.-

Enregistrement simultané des courbes de pression ventriculaires droite et gauche, au cours d'une communication inter-ventriculaire avec hypertension pulmonaire.

On constate ici que :

- a) Le début de la contraction isométrique des deux ventricules est synchrone
- b) La durée totale de leur contraction est sensiblement égale.

Sur les 22 malades étudiés par cathétérisme, 8 ont été explorés seulement par cathétérisme veineux, l'exploration des cavités gauches ayant été réalisée à la faveur du passage de la sonde par la déchiscence septale. Un cathété-

risme direct des cavités gauches a été effectué chez les 14 autres malades, 8 fois par voie transbronchique (*), 6 fois par voie transpariétale (*).

Nos 23 malades se répartissent en deux catégories :

Sujets normaux : six (cas 1 à 6) se comportent comme tels, tant sous l'angle hémodynamique que dans le domaine électrocardiographique, avec une durée du complexe rapide ne dépassant pas 0,09 seconde. Dans un de ces cas (3) un bloc de branche droit est apparu en cours de cathétérisme.

Sujets pathologiques : (17). Ce sont :

1°/ Deux cas comportant une anomalie électrocardiographique, sans perturbations hémodynamique notable :

- l'un répond à un bloc de branche droit complet (cas 7)
- l'autre à un bloc de branche gauche (exploration per-opératoire: cas 8).

2°/ Quatre cas comportant :

- un trouble de la conduction sans bloc de branche complet, QRS égalant 0,10 ou 0,11 seconde;
- des modifications hémodynamiques modérées: augmentation du débit pulmonaire qui n'atteint pas le triple du débit périphérique; discrète élévation de la pression artérielle pulmonaire (cas 9 à 12).

3°/ Onze cas caractérisés par de profondes modifications hémodynamiques, portant sur les pressions droites ou gauches ou sur les débits : rétrécissement mitral avec forte hypertension artérielle pulmonaire; rétrécissement aortique; volumineux shunts gauche $\longrightarrow$ droite liés à des déhiscences septales; hypertension artérielle pulmonaire primitive (cas 13 à 23).

B.- / Le deuxième lot de malades, où l'enregistrement simultané de la courbe du ventricule et de la courbe artérielle correspondante permet de déterminer la durée de la contraction isométrique ventriculaire.

(*) - Les explorations par voie transbronchique sont effectuées par les Docteurs PEROZ et CLIN, les explorations par voie transpariétale par le Docteur SERVELLE. Nous les remercions vivement de leur précieuse collaboration.

Cet enregistrement simultané de la courbe ventriculaire et de la courbe artérielle correspondante a été effectué 17 fois du côté droit, 15 fois du côté gauche; dans 3 cas, cette double exploration a pu être faite chez le même malade. La durée de la contraction isométrique des ventricules a pu être déterminée en particulier chez un certain nombre de malades appartenant à la série des 23 cas précédents :

La contraction isométrique du ventricule gauche dans 7 cas (N° 2 - 4 - 5 - 7 - 17 - 18 - 21 du Tableau II).

La contraction isométrique du ventricule droit dans 8 cas (N° 1 - 3 - 6 - 9 - 10 - 18 - 19 - 21 du Tableau II).

Parmi les cas adjoints à ces derniers, ont été retenus :

- pour l'étude du ventricule droit :

5 cas avec pression artérielle pulmonaire normale

4 cas avec hypertension artérielle pulmonaire.

- pour l'étude du ventricule gauche:

3 cas avec hémodynamique normale des cavités gauches

5 cas comportant une atteinte aortique.

Par confrontation entre les deux séries d'enregistrement qui viennent d'être exposées, il est possible d'établir la chronologie de l'éjection du ventricule gauche dans 7 cas (N° 2, 4, 5, 11, 17, 18, et 21 du Tableau II) et celle de l'éjection du ventricule droit dans 8 cas (N° 1, 3, 6, 9, 10, 18, 19 et 21 du Tableau II).

Le rythme cardiaque, au cours de ces investigations, est compris entre 60 et 110, restant inférieur à 100 chez la plupart des malades.

*

*

*

RESULTS

Ayant pris l'électrocardiogramme comme repère de base, nous étudierons successivement la chronologie des accidents mécaniques des oreillettes et des ventricules (Tableaux I et II).

1°/ Accidents auriculaires.

Le début de la contraction mécanique de l'oreillette droite a pu être précisé dans 7 cas par rapport au début de l'onde P de l'électrocardiogramme. Ce début se situe de 0,04 à 0,08 seconde après le début de P ; la moyenne sur les 7 cas s'établissant à 0,055 seconde.

Le début de la contraction mécanique de l'oreillette gauche est lui aussi vérifié dans ces 7 cas. Il est synchrone au début de la systole auriculaire droite dans 2 cas, mais il est en règle plus tardif; son retard oscille entre 0,01 et 0,04 seconde, avec une moyenne globale pour ces 7 cas de 0,02 seconde.

Le sommet de la contraction mécanique de l'oreillette droite a pu être précisé, par rapport au début de l'onde P, 5 fois. Il se situe de 0,10 à 0,12 seconde, soit en moyenne 0,11 seconde après le début de P.

Le sommet de la contraction mécanique de l'oreillette gauche a été vérifié également dans 5 cas. Sauf dans 1 cas, il est plus tardif qu'à droite, se situant 0,14 seconde après le début de P, soit une différence moyenne du retard par rapport à l'oreillette droite de 0,03 seconde, la montée de pression de l'onde "a" de l'oreillette gauche se faisant plus lentement.

Tableau I - Accidents auriculaires

Cas	Départ a		Sommet a		O.D. - O.G.	
	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.	Départ a	Sommet a
1	P + 0,04	P + 0,05			0,01	0,03
2			P + 0,12	P + 0,14		0,02
6					0	0
7						0,08
10	P + 0,06	P + 0,10	P + 0,12	P + 0,12	0,04	0
11	P + 0,05	P + 0,07	P + 0,10	P + 0,15	0,02	0,05
21	P + 0,08	P + 0,08			0	
A	P + 0,06	P + 0,09	P + 0,11	P + 0,16	0,03	0,05
B	P + 0,04	P + 0,08	P + 0,12	P + 0,16	0,04	0,04
C						0,10
D	P + 0,06	P + 0,06			0	0

Chronologie de l'onde a sur les courbes auriculaires droite et gauche par rapport au début de l'onde P. de l'électrocardiogramme.

OD - OG : précession de l'accident auriculaire droit par rapport à l'accident correspondant de l'oreillette gauche.

Cas 1, 2, 7 et A : rétrécissement mitral

Cas 6, 10, 11, 21, B et C : Communication inter-auriculaire

Cas D : Aucune anomalie hémodynamique.

De plus, au cours de ces cathétérismes combinés, nous avons vérifié très fréquemment (pressions subnormales et hypertension capillaire pulmonaire) la similitude de la morphologie et des taux de pression de la courbe de l'oreillette gauche et de celle du capillaire pulmonaire, par enregistrements synchrones (fig. 4).

L'étude des autres accidents des courbes auriculaires droite et gauche (accident v, dépressions z, x, et y), nous paraît actuellement prématurée, quelles que soient la qualité et la vitesse des enregistrements, d'autant que les variations respiratoires viennent modifier l'aspect des courbes.

Par contre, un point important est à souligner, c'est la plus grande amplitude des accidents de la courbe de pression auriculaire gauche par rapport à la courbe de pression auriculaire droite. Ce fait est d'ailleurs pratiquement toujours retrouvé lors d'enregistrements successifs de la courbe des deux oreillettes (cas beaucoup plus nombreux), étant bien entendu qu'il s'agit de sujets chez lesquels les pressions auriculaires droite et gauche ont un taux voisin de la normale.

2°/ Accidents ventriculaires.

La chronologie des accidents mécaniques des ventricules droit et gauche est plus facile à préciser que celle des accidents auriculaires, en raison de la rapidité et de l'amplitude des variations de pression.

Un point néanmoins est impossible à déterminer de façon valable : le début exact de la proto-diastole : à la suite de différents auteurs, nous avons inclus cette phase dans la durée totale de l'éjection ventriculaire, tant à droite qu'à gauche.

Il est nécessaire d'envisager successivement :

- le début de la contraction ventriculaire,
- la durée de la contraction isométrique,
- la durée totale de la systole mécanique, y compris la période de diastole active des physiologistes.

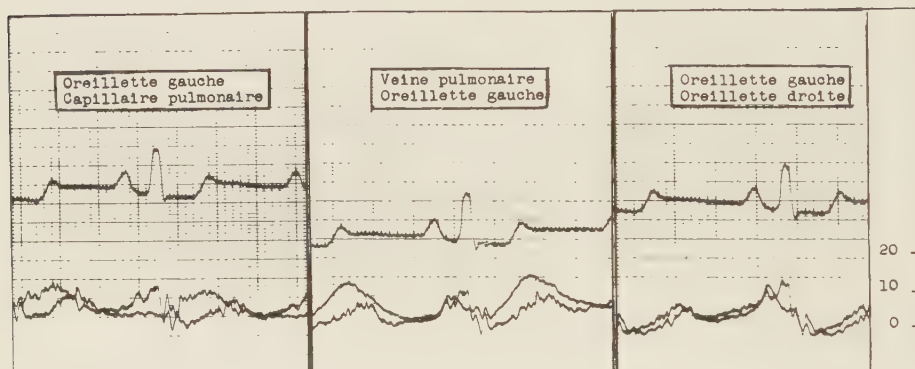
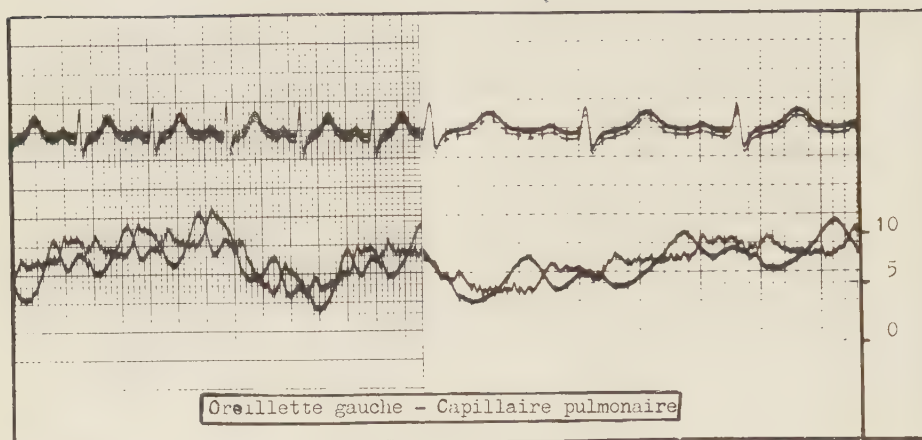


Figure 4.-

Comparaison des courbes de l'oreillette gauche et du capillaire pulmonaire, chez deux malades différents.

En haut :

Communication inter-auriculaire (cas 6). La morphologie et les taux de pression sont semblables. La chronologie des divers accidents est nettement plus tardive sur la courbe du capillaire que sur celle de l'oreillette gauche. (vitesse successives : 2,5 et 5 cm/seconde).

En bas :

Communication inter-auriculaire avec veine pulmonaire anormale se jetant dans la veine cave supérieure (cas 10).

De gauche à droite sur la figure ont été inscrites (vitesse 5 cm/seconde) en même temps que la courbe auriculaire gauche, les courbes :

- du capillaire pulmonaire, enregistré dans le territoire anormalement drainé vers la veine cave supérieure,
- de la veine pulmonaire anormale,
- de l'oreillette droite.

A la différence du cas précédent, la courbe de l'oreillette gauche précède de peu celle du capillaire pulmonaire. Cette dernière est le reflet de la courbe enregistrée dans la veine pulmonaire anormale, tributaire de l'oreillette droite.

a) Début de la contraction ventriculaire

Il a été fixé en fonction de l'onde Q de l'électrocardiogramme.

L'accident ventriculaire gauche débute de 0,02 à 0,05 seconde après l'onde Q de l'électrocardiogramme, la moyenne étant, pour les 6 cas normaux, de 0,035 et sur l'ensemble des 22 cas étudiés de 0,037 seconde.

L'accident ventriculaire droit débute de 0,02 à 0,09 seconde après l'onde Q, la moyenne étant d'environ 0,056 seconde pour les 6 cas normaux et de 0,065 pour l'ensemble des 22 cas étudiés. On peut donc voir qu'il existe un décalage franc de la contraction ventriculaire, qui débute à gauche environ 0,02 seconde plus tôt qu'à droite.

b) Durée de la contraction isométrique

Elle est de 0,06 seconde dans 3 cas normaux pour le ventricule gauche et de 0,04 seconde dans 3 cas normaux pour le ventricule droit, ce dernier se contractant donc plus rapidement; sur l'ensemble des cas, la même différence de 0,02 seconde se retrouve, la contraction isométrique du ventricule gauche étant de 0,07 seconde et celle du ventricule droit de 0,05 seconde.

c) Durée totale de la systole mécanique ventriculaire

Chez les sujets normaux, elle oscille, pour le ventricule gauche, de 0,36 à 0,50 seconde avec une moyenne de 0,40 seconde, et, pour le ventricule droit, de 0,28 seconde à 0,44 seconde, avec une moyenne de 0,358 seconde, donc une durée globale de contraction du ventricule gauche qui excède en moyenne de 0,042 seconde celle du ventricule droit. Sur 21 cas du Tableau II, (ce chiffre n'ayant pu être déterminé dans les cas 9 et 16), la durée globale moyenne du ventricule gauche est de 0,424 seconde et celle du ventricule droit de 0,382 seconde, avec le même écart de 0,042 seconde.

Tableau II : Etude des courbes ventriculaires

Cas	Durée QRS (ECG)	Contraction isométrique			Contraction ventriculaire			
		début		A	durée		totale	
		V.G	V.D		V.G	V.D.	V.G.	V.D.
1	0,07	Q + 0,02	Q + 0,05	0,03		0,04	0,37	0,30
2	0,09	Q + 0,03	Q + 0,07	0,04	0,06		0,39	0,39
3	0,05 (BBD)	Q + 0,02	Q + 0,02 Q + 0,05	0 (0,03)		0,04	0,50	0,44
4	0,09	Q + 0,06	Q + 0,06	0	0,06		0,41	0,42
5	0,06	Q + 0,05	Q + 0,09	0,04	0,06		0,38	0,28
6	0,08	Q + 0,03	Q + 0,05	0,02		0,04	0,36	0,32
7	0,14	Q + 0,02	Q + 0,07	0,05	0,08		0,44	0,37
8*	0,12			0,04				
9	0,10	Q + 0,04	Q + 0,08	0,04		0,02	0,41	0,36
10	0,10	Q + 0,04	Q + 0,05	0,01		0,07	0,44	0,46
11	0,10	Q + 0,04	Q + 0,08	0,04			0,40	0,37
12	0,11	Q + 0,04	Q + 0,08	0,04			0,40	0,26
13	0,08	Q + 0,03	Q + 0,07	0,04			0,43	0,41
14	0,07	Q + 0,01	Q + 0,04	0,03			0,45	0,38
15	0,07	Q + 0,03	Q + 0,07	0,04			0,44	0,44
16	0,06	Q + 0,05	Q + 0,08	0,03				
17	0,07	Q + 0,03	Q + 0,07	0,04	0,09		0,49	0,37
18	0,12	Q + 0,05	Q + 0,07	0,02	0,08	0,06	0,44	0,44
19	0,06	Q + 0,02	Q + 0,07	0,05		0,06	0,38	0,31
20	0,12	Q + 0,10	Q + 0,10	0			0,38	0,32
21	0,10	Q + 0,04	Q + 0,05	0,01	0,09	0,09	0,51	0,47
22	0,12	Q + 0,04	Q + 0,04	0			0,42	0,44
23	0,08	Q + 0,03	Q + 0,07	0,04			0,46	0,48

* Cas n° 8 cas per-opératoire.

- Le début de la contraction isométrique des ventricules est repéré par rapport à l'onde Q de l'électrocardiogramme.
 - A : asynchronisme ventriculaire ; cette colonne correspond donc à la précession du début de la contraction du ventricule gauche par rapport à celle du ventricule droit.

DISCUSSION DES RESULTATS

Le but de cette étude était de comparer, à thorax fermé et en prenant comme repère l'électrocardiogramme, les rapports des accidents mécaniques des deux coeurs droit et gauche.

L'impossibilité pratique de cathétériser des sujets normaux pourrait faire critiquer les conditions essentielles de ce travail et, du fait même, la validité des résultats. A son avantage, il présente l'intérêt essentiel d'apporter des prises simultanées de pression à thorax fermé, aux différents étages de la circulation centrale.

On sait combien le fait d'anesthésier un malade et d'ouvrir son thorax, même en considérant son coeur comme normal, perturbe les conditions d'hématose, les conditions de ventilation pulmonaire, le rythme cardiaque, le débit cardiaque, les résistances périphériques et les résistances pulmonaires, d'autant que la pression négative intra-pleurale a disparu, tous faits qui peuvent perturber les rapports normaux des deux coeurs.

Dans cette étude, nous nous sommes efforcé d'une part de sélectionner des sujets chez qui l'exploration du coeur gauche, lors des communications inter-auriculaires, était facile, et, lorsqu'il s'agissait de rétrécissements mitraux ou de rétrécissements aortiques, des sujets chez qui la dynamique de la petite circulation fût sensiblement normale, d'autre part de prendre, par comparaison, des sujets ayant une hypertension pulmonaire plus ou moins considérable.

L'homogénéité des résultats recueillis dans des conditions d'exploration identiques, fait que le chapitre de discussion qui va porter sur les trois points étudiés nous permettra de définir un ensemble de conclusions peu critiquables.

- Les taux de pression et les accidents mécaniques des oreillettes droite et gauche.

De nombreux auteurs ont étudié chez l'animal et chez l'homme les pressions auriculaires droite et gauche.

Chez l'animal, avec septum inter-auriculaire intact et après création d'une communication, OPDYCKE et ses collaborateurs (25) montrent que la différence normale de pression entre les oreillettes diminue mais qu'elle ne disparaît pas complètement. Ils insistent sur le fait que les rapports de pression entre les deux oreillettes sont comparables chez l'homme, qu'il existe ou non une déhiscence septale. De tels enregistrements de pression, au cours des communications inter-auriculaires (4, 6, 9, 28, 32) avaient été faits, mais il s'agissait d'enregistrements non simultanés et les auteurs s'attachaient surtout à la différence globale des pressions, en sachant que celle-ci est variable avec les phases de la respiration, pour tenter d'expliquer le mécanisme des shunts.

Différents travaux récents, en particulier ceux de BRAUNWALD et ses collaborateurs (5) précisent, grâce à des enregistrements simultanés à thorax ouvert, l'existence d'une différence de pression entre les deux oreillettes, la pression de l'oreillette gauche étant supérieure à la pression de l'oreillette droite; ils comparent les morphologies des deux courbes auriculaires droite et gauche qui sont dissemblables. Nous avons retrouvé cette dysharmonie et, lors d'enregistrements à grande vitesse (5 centimètres/seconde), il nous a été donné de corroborer les constatations précédentes (figure 5) :

- 1°/ Durant tout le cycle auriculaire, les pressions de l'oreillette gauche sont supérieures à celles de l'oreillette droite.
- 2°/ Le maximum de cette différence s'observe au sommet de l'onde v de l'oreillette gauche. Soulignons qu'il nous a toujours été très difficile de déterminer le début propre de l'onde v, ce qui explique que nous avons passé sous silence ces accidents auriculaires lors de l'exposé des résultats.

BRAUNWALD et ses collaborateurs font de la plus grande amplitude des accidents de l'oreillette gauche une conséquence directe de la moins grande "distensibilité" de l'oreillette gauche par rapport à l'oreillette droite. Il nous semble

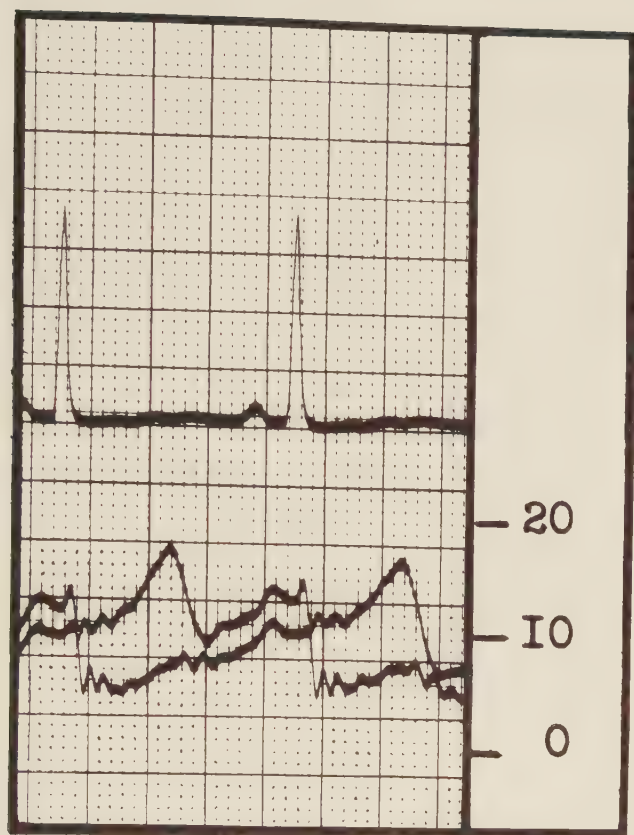


Figure 5.-

Enregistrement simultané des courbes auriculaires droite et gauche.
(vitesse 5 cm/seconde).

La pression de l'oreillette gauche est constamment supérieure à celle de l'oreillette droite.

La différence maxima entre ces pressions est atteinte au sommet de l'onde v de l'oreillette gauche.

qu'un autre facteur reste bien plus important : l'existence en amont de l'oreillette droite d'un réservoir beaucoup plus considérable où les phénomènes de pression - volume - distensibilité s'amortissent bien plus volontiers que du côté gauche.

Un autre point nous semble important à souligner ici : l'étude, grâce à des enregistrements simultanés oreillette-ventricule, des rapports des ondes a et c des courbes auriculaires droite et gauche; du fait de l'asynchronisme inverse des oreillettes et des ventricules, sur lequel nous reviendrons, ces ondes se trouvent être plus rapprochées l'une de l'autre sur l'ensemble oreillette gauche-ventricule gauche que sur l'ensemble enregistré simultanément oreillette droite-ventricule droit. Ce fait ne peut pas expliquer, comme certains l'ont proposé, les asynchronismes valvulaires, mais mérite d'être retenu.

- Les contractions ventriculaires droite et gauche.

Ce chapitre a trait essentiellement à l'étude de la durée, prise comme un tout, des contractions ventriculaires droite et gauche. Si l'on s'en rapporte aux travaux de LEWIS (20), de WIGGERS (36) et de BRAUNWALD et ses collaborateurs (5), chez l'animal et chez l'homme, un certain nombre de faits doivent être soulignés.

LEWIS admet que la montée de pression dans le ventricule commence au sommet de l'onde R et que l'accident systolique ventriculaire dure 0,38 seconde avec une période de contraction isométrique de 0,08 seconde; sa diastole active, comprenant la protodiastole et la relaxation isométrique, est de 0,06 seconde, l'ensemble durant 0,44 seconde. WIGGERS, qui écrit que le début de la systole mécanique coïncide avec le sommet de l'onde R, donne, comme temps d'éjection, 0,25 seconde chez l'homme, avec une phase de relaxation de 0,08 seconde et une phase de mise en tension de 0,06 seconde, le total atteignant 0,39 à 0,40 seconde. BRAUNWALD et ses collaborateurs ne précisent pas de façon formelle la durée totale de la contraction ventriculaire. D'après les temps qu'ils donnent de la contraction isométrique et de l'éjection et en ajoutant les temps protodiastolique et de relaxation donnés par WIGGERS, on obtient respectivement pour le ventricule gauche, un total de 0,38 seconde et, pour le ventricule droit, un total de 0,41 seconde. Il est à noter que tous ces auteurs ne font jamais mention du rythme cardiaque dont la cadence doit intervenir nécessairement et agir à la fois sur

les périodes de remplissage et sur la rapidité de la phase de contraction isométrique. Nous avons enregistré les résultats suivants qui se rapprochent de ceux de LEWIS :

Durée totale moyenne de la contraction ventriculaire	(	V.G.		V.D.	
		cas normaux	0,40 sec.	0,358 sec.	
	(	tous les cas	0,424 sec.	0,382 sec.	

- Asynchronisme cardiaque

L'asynchronisme cardiaque a été entrevu par les physiologistes depuis longtemps. Mais c'est seulement récemment, grâce aux études des shunts d'une part, et surtout d'autre part grâce aux prises de pression per-opératoires qu'il a été étudié.

1°) Les oreillettes droite et gauche.

Nos constatations permettent de contrôler et de recouper les conclusions de BRAUNWALD et de ses collaborateurs. En 1949, COBLENTZ et ses collaborateurs (7) soulignent que la systole mécanique de l'oreillette droite commence 0,09 seconde après le début de l'onde P, à thorax fermé. En 1956, BRAUNWALD et ses collaborateurs (5) reprennent cette étude à thorax ouvert et montrent qu'en réalité ce temps est beaucoup plus court, de l'ordre de 0,065 seconde. Ils constatent par ailleurs le retard habituel de la systole mécanique de l'oreillette gauche, avec une moyenne de 0,02 seconde. Nous avons constaté qu'à thorax fermé, le retard du début de la systole mécanique de l'oreillette gauche est du même ordre, de 0,02 seconde et qu'en moyenne le début de l'accident mécanique de l'oreillette droite s'inscrit 0,055 seconde après le début de l'onde P électrique. Il existe donc un asynchronisme permanent des systoles mécaniques des oreillettes, l'oreillette gauche étant en retard de 0,02 seconde par rapport à l'oreillette droite (tableau III).

Tableau III

Courbes auriculaires					
Départ a (7 cas)			Sommet a (5 cas)		
O.D.	O.G.	Asynchr.	O.D.	O.G.	Asynchr.
P + 0,055	P + 0,075	0,02	P + 0,114	P + 0,146	0,032

2°) Les ventricules droit et gauche.

En 1949, COBLENTZ et ses collaborateurs (7) montrent qu'en moyenne le début de la systole mécanique ventriculaire droite suit l'onde Q de l'électrocardiogramme de 0,075 seconde. En 1956, BRAUNWALD et ses collaborateurs, à thorax ouvert, montrent que ce délai est réduit à 0,065 seconde. Surtout, ils constatent que "la contraction ventriculaire gauche commence en moyenne 0,013 seconde avant celle du ventricule droit et la contraction isométrique du ventricule gauche est 4 fois plus longue que celle du ventricule droit... Le début de l'éjection ventriculaire droite précède celui de l'éjection ventriculaire gauche de 0,035 seconde et sa durée excède celle du ventricule gauche de 0,028 seconde... Il apparaît que la durée de l'éjection du ventricule droit excède considérablement celle du ventricule gauche et que cet excès atteint en moyenne 0,05 seconde".

Ces auteurs écrivent encore dans la discussion de leurs résultats : "Le début de la contraction auriculaire droite précède la gauche, ce qui serait en rapport avec la localisation à droite du noeud sino-auriculaire. La similitude des événements chez l'homme et chez le chien s'étend aux accidents ventriculaires, avec un début plus précoce et une terminaison plus précoce de l'éjection. L'éjection ventriculaire droite est par conséquent plus longue que la gauche. La durée plus longue de l'éjection ventriculaire droite, qui peut être due aux résistances artérielles pulmonaires plus basses, implique qu'au repos, lorsque les débits des deux ventricules sont identiques, la rapidité moyenne de la décharge ventriculaire doit être plus grande du côté gauche. Le corollaire de cette différence des temps d'éjection est que le mécanisme des jeux valvulaires n'est pas synchrone des deux côtés du coeur. La fermeture de la valve mitrale précède celle de la tricuspide, alors que les valves pulmonaires s'ouvrent avant et se ferment après les valves aortiques".

Nos constatations sont à l'opposé des faits ici cités.

D'une part, l'ensemble de nos résultats (tableau IV) montre que, si le ventricule gauche débute en permanence avant le ventricule droit (moyenne des cas étudiés: 0,028 seconde) la durée de sa contraction globale est toujours supérieure à celle du ventricule droit, et ceci sans exception aucune.

Tableau IV

<u>COURBES VENTRICULAIRES</u>						
	Début contraction isométrique			Durée totale contraction ventric. ^{re}		
	V.G.	V.D.	Asynch.	V.G.	V.D.	Diffé- rence
6 cas normaux ...	Q+0,035	Q+0,056	0,021	0,40	0,358	0,042
Ensemble des cas ...	Q+0,037	Q+0,065	0,028	0,424	0,382	0,042

D'autre part, un fait intéressant mérite d'être souligné, c'est que si le début de la contraction ventriculaire droite est en retard sur celui de la contraction du ventricule gauche, la phase de contraction isométrique du ventricule droit, peut-être du fait des résistances périphériques ou des rapports de distensibilité, volume, pression, est plus courte que celle du ventricule gauche, et ce de l'ordre de 0,02 seconde chez les sujets normaux. Ce fait a été corroboré par l'étude d'enregistrements simultanés de courbes de l'artère pulmonaire et de l'aorte (5 cas) où le début de la montée de pression dans l'artère pulmonaire ne se trouve être environ que de 0,02 seconde en retard sur le début de la montée de pression aortique.

Pour nous, il apparaît donc que l'asynchronisme ventriculaire physiologique se trouve être l'inverse de l'asynchronisme auriculaire physiologique, ce qui pourrait s'expliquer aisément du fait du travail à fournir pour vaincre les résistances en aval des chambres ventriculaires. Il est d'ailleurs intéressant de noter que, lors des grandes hypertensions pulmonaires, un certain degré d'asynchronisme semble disparaître.

Restent à étudier des cas très particuliers, malheureusement peu nombreux, où l'existence d'un trouble de conduction droit ou gauche, peut être à même de perturber les conditions de contraction mécanique des ventricules.

BRAUNWALD et ses collaborateurs ont étudié deux

cas, à thorax ouvert, de bloc incomplet droit. Ils ont constaté chez ces deux malades "le retard du début de la contraction et de l'éjection ventriculaires droites", qui, pour eux, "indique un trouble de la conduction intra-ventriculaire droite".

Nous avons eu la possibilité d'étudier :

- 1°/ A thorax fermé, une malade présentant ^{sur} un rétrécissement mitral avec des pressions droites un peu élevées, un bloc complet de la branche droite, QRS étant égal à 0,14 seconde (cas 7 du tableau II) et deux sujets chez lesquels les manoeuvres du cathéter ont déterminé l'apparition d'un bloc droit.

Les constatations sont les suivantes :

Cas 7 : Le retard du départ du ventricule droit sur celui du ventricule gauche est de 0,05 seconde.

Dans l'un des cas observés en cours de cathétérisme, le départ du ventricule droit qui se situait 0,02 seconde après l'onde Q, s'est retardé de 0,03 seconde après l'apparition du bloc, se situant 0,05 seconde après Q. Dans le deuxième de ces cas (figure 6), le départ du ventricule droit s'est décalé de 0,08 seconde après apparition du bloc droit, suivant l'onde Q de 0,02 seconde avant et de 0,10 seconde après. La durée de la contraction isométrique, déterminée dans ce cas avant et après la survenue du bloc, a diminué, passant de 0,06 à 0,03 seconde.

- 2°/ A thorax ouvert, un cas de bloc complet gauche (QRS = 0,12 seconde), chez une malade de 20 ans opérée pour un syndrome de péricardite constrictive. (Il s'agissait, en réalité, d'une involution myocardique primitive). C'est le seul cas où l'on observe un retard du début de la contraction du ventricule gauche par rapport au début de celle du ventricule droit, ce retard étant égal à 0,04 seconde.

Si ce dernier cas de bloc complet gauche est frappant par son opposition à tous les autres, la lecture des résultats obtenus lorsqu'il existe un bloc de branche droit complet montre qu'il est prématuré d'établir un rapport direct et étroit entre la chronologie du début de la contraction ventriculaire droite (par rapport à l'onde Q) et l'existence d'un trouble de conduction vrai.

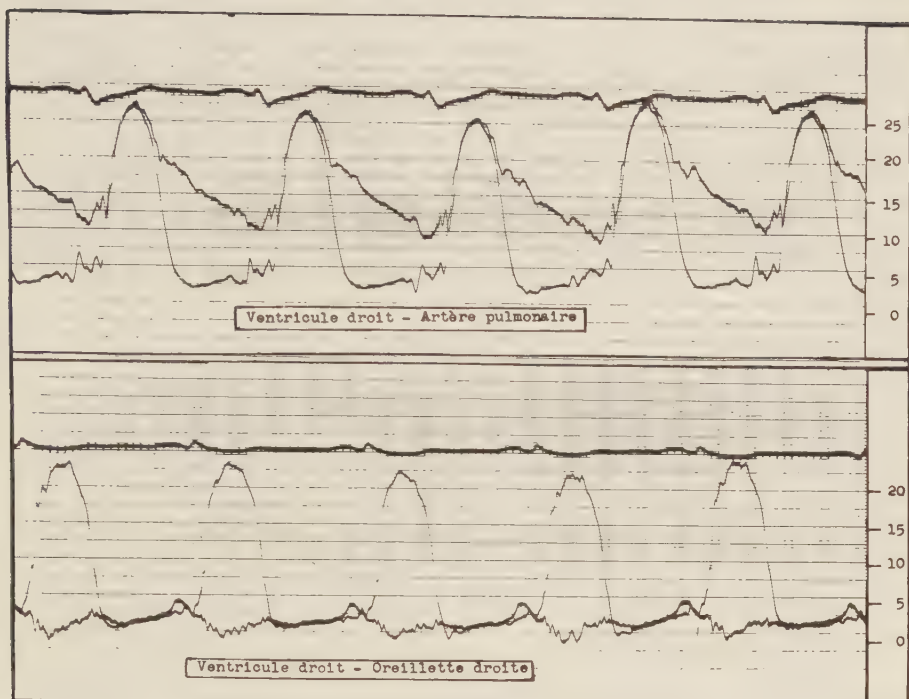


Figure 6.-

Contraction ventriculaire et trouble de conduction du type "bloc de branche droit".

Au cours du cathétérisme, chez une malade atteinte de rétrécissement mitral pur avec pressions à la limite de la normale dans la petite circulation, un bloc de branche droit complet est apparu, la durée de QRS passant de 0,06 à 0,12 seconde. Sur la moitié inférieure de la figure, enregistrement simultané des pressions du ventricule droit et de l'oreillette droite, en l'absence de trouble de conduction ; sur la moitié supérieure de la figure, enregistrement simultané des pressions du ventricule droit et de l'artère pulmonaire, après l'apparition du bloc de branche droit.

Vitesse des deux enregistrements : 5 cm/seconde.

Le rythme reste le même après passage en bloc et les pressions ventriculaires droites ne se modifient pas.

Le passage en bloc de branche droit entraîne des modifications du début de la contraction isométrique du ventricule droit qui se fait, avant bloc, 0,02 seconde après l'onde Q et, après bloc, 0,10 seconde après l'onde Q. Le retard lié au bloc de branche est de 0,08 seconde. Parallèlement, la durée de la contraction isométrique du ventricule droit se modifie ; elle diminue, passant de 0,06 à 0,03 seconde.

Si un retard dans les accidents chronologiques propres survient en effet en même temps que l'on saisit l'apparition du trouble de conduction intra-ventriculaire, comme nous avons pu le faire dans deux cas (bloc de branche droit), il faut par contre reconnaître que ces chiffres, en valeur absolue, n'emportent pas la conviction. En effet, ils ne sont pas foncièrement différents de ceux obtenus dans certains autres cas : les chiffres extrêmes notés sur l'ensemble des malades (tableau II) quant au début de la contraction du ventricule droit par rapport à l'onde Q sont 0,02 et 0,09 seconde.

On peut donc supposer qu'en dehors de troubles éventuels de la conduction, un certain nombre d'éléments déterminent la mise en jeu de la contraction ventriculaire, ne serait-ce, chez le sujet normal, que l'apparition d'une tachycardie modifiant les rapports réciproques systole-diastole. Chez le sujet pathologique, interviennent :

- a) les différentes constantes qui régissent l'hémodynamique cardiaque : interférences des phénomènes de pression, de débit, de résistance;
- b) l'apparition d'une hypertrophie du muscle ventriculaire qui peut altérer les conditions des rapports physiologiques volume - distensibilité - pression.

On ne peut donc considérer que le retard du début de la contraction isométrique d'un ventricule témoigne fidèlement d'un trouble de la conduction intra-ventriculaire.

*

*

*

CONCLUSIONS

L'étude à thorax fermé, par cathétérisme simultané droit et gauche, des rapports des phénomènes mécaniques et électriques de la contraction cardiaque montre l'existence d'un asynchronisme des coeurs droit et gauche.

Cet asynchronisme est successif :

- 1°/ La contraction mécanique de l'oreillette droite précède constamment la contraction mécanique de l'oreillette gauche.
- 2°/ La contraction mécanique du ventricule gauche précède constamment la contraction mécanique du ventricule droit.

-:-:-:-:-

VU et PERMIS d'IMPRIMER :

Le Recteur de l'Académie
de Paris,

J. SARRAILH.

Le Doyen de la Faculté
de Médecine de Paris,

L. BINET.

Le Président de Thèse,

P. SOULIE¹

B I B L I O G R A P H I E

- 1 - ARLOING - Arch. Physiol. 167 - 1894
- 2 - BACHMANN G. - The interauricular time interval.
Am. J. Physiol. 41 - 309 - 1916.
- 3 - BJORK V.O. - Direct pressure measurement in left
atrium, left ventricle and aorta.
Act. Chir. Scand. 107 - 466 - 1955.
- 4 - BRANNON E.S., WEENS H.S. and WARREN J.V. - Atrial
septal defect. Study of hemodynamics by the
technique of right heart catheterization.
Am. J.M. Sc. 210 - 480 - 1945.
- 5 - BRAUNWALD E., FISHMAN A.P. and Cournand A. -
Time relationship of dynamic events in the
cardiac chambers, pulmonary artery and aorta
in man.
Circulation Research IV - 100 - 1956.
- 6 - CALAZEL P., GERARD P., DALSY R., DRAPER A., FORSTER J.
and BING R.J. -
Physiological studies in congenital disease XI.
A comparison of the right and left auricular,
capillary and pulmonary artery pressures in
nine patients with auricular septal defect.
Bull. Johns Hopkins Hosp. 88 - 20-1951.
- 7 - COBLENTZ B., HARVEY R.M., FERRER M.I., Cournand A. and
RICHARDS D.W. -
The relationship between electrical and mecha-
nical events in the cardiac cycle of man.
Brit. Heart J. 11 - 1 - 1949
- 8 - Cournand A. and RANGES H.A. -
Catheterization of right auricle in man.
Proc. Soc. Exper. Biol. and Med. 46 - 462 -
1941.

- 9 - DEXTER L., HAYNES F.W., BURWELL C.S., EPPINGER E.C., SOSMAN M.C. and EVANS J.M. - Studies of congenital heart disease III. Venous catheterization as a diagnostic aid in patent ductus arteriosus, tetralogy of Fallot, ventricular septal defect, and auricular septal defect.
J. Clin. Invest. 26 - 561 - 1947.
- 10 - ELLINGER C.F., GILLICK F.G., BOONE B.R. and CHAMBERLAIN W.E. - Electrokymographic studies of asynchronism of ejection from the ventricles. Normal subjects and patients with bundle branch block.
Amer. H. J. 35 - 971 - 1948.
- 11 - FACQUET J., LEMOINE J.L., ALHOMME P. et LEFEBVRE J. - La mesure de la pression auriculaire gauche par voie transbronchique.
Arch. Mal. coeur et vaiss.^x 45 - 741 - 1952.
- 12 - FISHER D.L. - The use of pressure recordings obtained at transthoracic left heart catheterization in the diagnostic of valvular heart disease.
J. Thor. Surg. 30 - 379 - 1955.
- 13 - FORSSMANN W. - Die Sondierung des rechten Herzens.
Klin Wschr. 8 - 2085 - 1929.
- 14 - FREDERICQ L. - Arch. ^Int. Physiol. IV - 60 - 1906.
- 15 - GROEDEL F.M. - Physiological and pathological asynchronism of the function of the heart chambers.
Exper. Med. and Surg. 2 - 352 - 1944.
- 16 - HARVEY W. - Etude anatomique du mouvement du coeur et du sang chez les animaux. Aperçu historique et traduction française par Ch. LAUBRY - G. Doin et Cie. 1950.
- 17 - KATZ L.N. - The asynchronism of right and ^{left} ventricular contraction and the independent variation in their duration.
Amer. J. Physiol. 72 - 655 - 1925.
- 18 - KATZ L.N., LANDT H. and BOHNING A. - Delay in onset of ejection of left ventricle in bundle branch block.
Amer. Heart. J. 10 - 681 - 1935.
- 19 - LENEGRÉ J. et MAURICE P. - Premières recherches sur la pression ventriculaire droite.
Bull. Mem. Soc. Med. Hop. Paris 60 - 239 - 1944.

- 20 - LEWIS T. - The mechanism and graphic registration of the heart beat.
Shaw and sons
Ltd. London - 3rd edition 1925 (1st ed. 1911)
- 21 - MACKENZIE J. - The study of the pulse, arterial, venous and hepatic and of the movements of the heart.
Mac Millan Co - New-York and London 1902.
- 22 - MAREY E.J. - Recherches sur l'état de la circulation d'après les caractères du pouls fournis par un nouveau sphygmographe.
Journal de la Physiologie de l'homme. Paris 1860-III - 241.
- 23 - MAREY E. J. - La méthode graphique.
Paris - Masson - 1885.
- 24 - MORAT et DOYON - Traité de Physiologie - 1899.
- 25 - OPDYKE D.F., DUOMARCO J., DILLON W.H., SCHREIBER H., LITTLE R.C. and SEELEY R.D. - Study of simultaneous right and left atrial pressure pulses under normal and experimentally altered conditions.
Am. J. Physiol. 154 - 258 - 1948.
- 26 - REINHOLD J. et RUDHE U. - Relation of the first and second heart sounds to events in the cardiac cycle.
Brit. Heart. J. 19 - 473 - 1957.
- 27 - SCHMIDT - NIELSEN - Du prétendu synchronisme de la systole des deux oreillettes.
Arch. Int. Physiol. V - 416 - 1907.
- 28 - SHAFFER A.B., SILBER E.N. and KATZ L.N. - Observations on the inter-atrial pressure gradients in man.
Circulation 10 - 527 - 1954.
- 29 - SICOT J.R., JOLY F., CARLOTTI J. - Courbes de pression auriculaires.
Presse Méd. 58 - 558 - 1950.
- 30 - SICOT J.R., JOLY F. et CARLOTTI J. - Les courbes de pression ventriculaires et vasculaires chez l'homme.
Sem. Hôp. Paris 27 - 1653 - 1951.
- 31 - SOULIE P., SERVELLE M., SCHWEISGUTH O. - Le cathétérisme cardiaque dans les malformations congénitales du coeur.
Arch. Mal. Coeur 42 - 1 - 1949.

- 32 - SOULIE P., JOLY F., CARLOTTI J., SICOT J.R. - Contribution à l'étude des shunts dans les communications interauriculaires.
Arch. Mal. Coeur et V^x 43 - 97 - 1950.
- 33 - SOULIE P., CARLOTTI J., JOLY F., FORMAN J., SERVELLE M. et PEREZ A. - Le cathétérisme des cavités gauches du coeur et de l'aorte. Mise au point de sa technique et étude de ses incidents.
Presse Méd. 65 - 1369 - 1957.
- 34 - SOULIE P., LAURENS P., BOUCHARD F., CORNU C. et BRIAL E. - Enregistrement des pressions et des bruits intracardiaques à l'aide d'un micromanomètre.
Bull. et Mem. Soc. Med. Hôp. de Paris. 73 - 713 1957.
- 35 - STASSEN M. - De l'ordre de succession des différentes phases de la pulsation cardiaque chez le chien.
Arch. Internat. de physiol. 5 - 60 - 1907.
- 36 - WIGGERS C.J. - Circulatory Dynamics - Physiologic studies -
Grune and Stratton. New-York 1952.
- 37 - WOLFERTH Ch. C. and MARGOLIES A. - Asynchronism in contraction of ventricle in so called common type of bundle branch block.
Amer. Heart. J. 10 - 425 - 1935.

